

Espai, context i creativitat. Aprenentatge de les matemàtiques

Montserrat Planella (mplanel4@xtec.cat) Institut Castell d'Estela (Amer)

Santi Vilches (svilches@xtec.cat) Institut Marta Estrada (Granollers)

Jordi Font (jfont@iesbaixamar.com) Institut Baix a Mar (Vilanova i la Geltrú)

Roger Grau (rgrau@iesbaixamar.com) Institut Baix a Mar (Vilanova i la Geltrú)

Maite Gorriz (maite.gorriz@gmail.com) Institut Pla Marcell (Cardedeu)

L'ensenyament de les matemàtiques implica l'adquisició d'habilitats de planificació matemàtica i la capacitat d'identificar les matemàtiques en els contextos. En aquest sentit, l'Aprenentatge Basat en Projectes és una oportunitat perquè les matemàtiques recuperin aquest paper de motor. En aquest article es descriuen quatre propostes didàctiques al voltant de diverses temàtiques (superfícies i volums, construcció de formes geomètriques, Teorema de Thales, Estadística, Diagrames de Voronoi) en connexió amb diversos contextos del món real que fan rellevant el procés d'aprenentatge de les matemàtiques (disseny d'envasos, distribució de serveis municipals, efectes cinematogràfics, creació de formes artístiques). Es discuteix l'aportació d'aquest tipus d'activitats i es proporcionen orientacions per al seu desenvolupament.

Paraules clau: Espai, Context, Creativitat, Matemàtiques, ABP.

Mathematics learning implies the development of planning skills and the ability to identify mathematics in Contexts. Project-Based Learning is an opportunity to give to Mathematics this role as a driving force. In this article, we propose four Project-Based Learning activities in several Mathematic topics (Surfaces and volumes, construction of geometric shapes, Thales theorem, Statistics, Voronoi diagrams) in connection with real-world contexts (packaging design, distribution of municipal services, cinema effects, creation of artistic objects). We discuss the didactic properties of this kind of activities and propose orientations for its development and application.

Paraules clau: Space, Context, Creativity, Mathematics, PBL.

INTRODUCCIÓ

Quan un alumne ens pregunta «això, per a què serveix?» alguna cosa falla en el procés d'ensenyament-aprenentatge. Per altra banda, si preguntem a un estudiant «què fas?» i et contesta «exercicis de matemàtiques» és senyal de que estem enseniant però no ensenyant. Treballar en un context proper als estudiants és un element fonamental que millora el seu aprenentatge. L'alumnat ha de saber què fa, perquè ho fa i per a què serveix el que fa. Això només és possible si demanem que l'alumnat desenvolupi un procés creatiu, amb un

objectiu final molt proper a la seva realitat (context) i amb el que sigui necessari l'aprenentatge dels elements curriculars fonamentals. Aquest entorn d'aprenentatge no es pot basar en moments d'excepcionalitat (projectes al final del trimestre, crèdits de síntesi, jornades didàctiques festives) perquè l'excepcionalitat és la «anormalitat».

Quan el context es comparteix entre diferents matèries aconseguim un ensenyament sistèmic coherent. En aquest sentit, proposem que les matemàtiques recuperin el paper protagonista en els elements creatius que permeten l'aprenentatge

dels estudiants, no només relacionades amb matèries científiques i tecnològiques, també en tots els àmbits del coneixement. El professor de matemàtiques ha de ser capaç de «seduir» a altres especialistes per tal de compartir els elements més diversos del currículum. En aquest sentit, es descriuen exemples d'activitats creatives orientades a contextos propers a l'alumne (Realistic Mathematics Education) en el que cada professor integra en la seva matèria els elements necessaris per desenvolupar-la, de manera que el projecte no és l'excepcionalitat sinó la quotidianitat. Relacionar el projecte amb l'entorn, en activitats atractives per a l'alumnat i obertes (on tothom pugui avançar i desenvolupar les competències bàsiques a major i menor grau) són claus també en aquestes matemàtiques actives, manipulatives i motivadores pels alumnes.

DESCRIPCIÓ D'EXPERIÈNCIES

Dissenyem un nou envàs (Santi Vilches)

El projecte, orientat a alumnat de 12-14 anys, s'ha aplicat des del curs 2010-11 fins a l'actualitat a promocions de més de 90 estudiants i en diferents centres educatius com ara, INS El Suí (Cardedeu), INS La Sínia (Parets del Vallès), INS Montserrat Roig (Sant Andreu de la Barca), INS Arquitecte Manuel Raspall (Cardedeu) i INS Marta Estrada (Granollers). S'inicià en una reunió de professors de diferents matèries en les que es va fer una lectura conjunta dels currículums i es definí un producte creatiu final sobre el qual treballar, en aquest cas, la construcció d'un envàs d'un aliment (Gorritz i Vilches, 2017). Es proposa a l'alumnat treballar en equips de 4 o 5 i configurar una empresa, dissenyant-ne el logotip i produint, suposadament, uns productes amb una relació (com per exemple, diferents sucres de fruita natural). Els alumnes d'un equip hauran de presentar els seus productes junts i s'hauran d'ajudar entre ells però cada alumne dissenya el seu envàs de manera totalment individual. Cada alumne aporta la seva tasca individual però entre ells formen un equip.

Els estudiants treballen amb una única guia de treball (<http://mat3.cat/materials/>) en la que cada professor especialista inclourà els elements del currículum de la seva especialitat que li interessi desenvolupar i no únicament la part específica del projecte. Així, per exemple, a la guia de treball, en el cas de matemàtiques, hi podrà haver una introducció pràctica del concepte de volum així com una reflexió sobre com calcular volums. Aquesta proposta

no es faria després de treballar la Unitat Didàctica de volums sinó que aquesta activitat és la pròpia Unitat Didàctica de volums. De la mateixa manera, la Unitat Didàctica de cada matèria estarà inclosa en la guia de treball.

El treball, per tant, es fa des de les diferents àrees, en què cada especialitat (expert en els processos cognitius de la seva matèria) guia i orienta els alumnes en l'aprenentatge i el desenvolupament del projecte. El professor haurà d'estar atent al procés creatiu de cada alumne i exigir que cada un d'ells desenvolupi una proposta amb la màxima complexitat que sigui capaç. L'alumnat aprèn a partir de la seva pròpia capacitat creativa i la dels seus companys. Així, l'aprenentatge s'adequa a les seves capacitats.

Cada estudiant confecciona un informe en el que hi haurà tot el procés creatiu de l'envàs, les mides, els càlculs, les reflexions, etc. És a dir, l'estudiant ha de fer un esforç de sistematitzar el seu aprenentatge. Importa què penso, com ho penso, com explico el que penso i, sobretot, com ho escric.

En l'aplicació del projecte, el treball en grups cooperatius és fonamental i ha de contribuir a un enriquiment personal i col·lectiu. És important no caure en esquemes en què un alumne treballa i els altres copien, o esquemes en què hi ha un repartiment diferenciats de tasques on no es dona l'oportunitat a determinats alumnes a adquirir determinats coneixements.

Per practicar i consolidar les diferents tècniques i fórmules del càlcul de volum tots els estudiants calculen el volum de tots els envasos fabricats pels seus companys. D'aquesta manera no es treballa sobre exercicis descontextualitzats que es poden trobar en un llibre de text. Totes les activitats sorgeixen de la producció dels propis estudiants i analitzen un element físic tangible amb un volum coherent. En l'activitat, la reflexió sobre els propis errors sorgeix de la reflexió dels propis alumnes en veure que un determinat resultat és absurd en el context en el que estem treballant. El professorat ha d'estar preparat per acceptar solucions inesperades, per part dels seus estudiants, així com per ajudar-los en l'ús de tot tipus d'eines informàtiques que formen part de seu aprenentatge i li permetin millorar-lo.

Al llarg de l'activitat, l'avaluació està integrada dins el mateix procés d'aprenentatge de manera que contribueix a treure el millor de cada alumne.

El professorat analitza els procediments emprats per cada estudiant i els hi fa modificar, si cal, per tal de millorar tant el seu aprenentatge com els resultats finals. L'elaboració de l'informe és una eina de control per part del professorat de la feina que s'està fent i permet la millora progressiva. Es valora el producte final i el procediment emprat per arribar-hi sempre de manera proporcional a les capacitats de cada alumne. Aquesta valoració s'utilitza per recolzar l'aprenentatge



Figura 1. a) Alumnat de l'Institut A.M. Raspall creant els seus envasos. b) Envasos creats per alumnat de l'Institut Sui de Cardedeu.

VídeoMAT (Montserrat Planella)

La proposta s'emmarca en el context del *VídeoMAT*, un projecte en el qual els i les alumnes creen vídeos on es responen preguntes que posen de manifest aplicacions de les matemàtiques o la seva presència en l'entorn i els comparteixen amb alumnes i professorat d'altres centres [1]. El *VídeoMAT* és un marc de treball que conté tots els ingredients per articular-se com a projecte de treball. Parteix d'una pregunta, és a dir, indaga sobre una qüestió suggerida per l'alumnat, com per exemple, "poden les matemàtiques guardar els nostres secrets que circulen per Internet?" [2] o que sorgeix de continguts treballats a l'aula, "com podem construir volums a partir de tramats geomètrics?" [3], sempre per motivació de l'alumnat. El *VídeoMAT* demana una resposta, això significa iniciar una sèrie de processos (de recerca d'informació, d'indagació,

d'experimentació, de demostració, d'interpretació...), que propiciaran que l'alumnat apliqui coneixements ja coneguts i se'n faci seus de nous, així com fer visibles les respostes i el procés seguit a través d'una creació audiovisual. Aquest fet afavoreix la posada en valor del procés i reforça els aprenentatges i habilitats dels alumnes ja que, allò que hem descobert, ara s'ha d'imaginar, formalitzar, convertir en narració.

Partint de l'experiència dels quatre anys d'existència del *VídeoMAT*, en què hi han participat uns 7000 alumnes, que han presentat un total de 483 vídeos, i de la seva realització a l'Institut Castell d'Estela, es vol mostrar com aquest es pot articular com a projecte de treball i quins són els processos que acaben propiciant l'adquisició de coneixement per part de l'alumnat durant el seu desenvolupament.

En el cas del *VídeoMAT* "Com podem construir volums a partir de tramats geomètrics?", els 14 alumnes implicats, van partir del coneixement que tenien sobre el traçat de figures poligonals per iniciar un procés d'experimentació tot dibuixant tramats poligonals sobre papers, i plegant-los per crear volums.

El grup es va articular en subgrups de tres alumnes, per indagar amb tramats i plegats diferents (tramats de triangles o quadrilàters, plegats en relleu, d'acordió, etc.). El procés d'experimentació iniciat per trobar una resposta, era també un procés de creació, dedicat a obtenir volums suggerents construïts a gran format com si fossin escultures. Les idees matemàtiques (variacions en els angles, en les mesures, en les repeticions,...) s'aplicaven en el mateix procés de manipulació del material, tot provant i equivocant-se. Part del coneixement venia propiciat per l'assaig-error, per l'atzar i per la intuïció. Els resultats obtinguts eren analitzats a nivell estètic i matemàtic per determinar què succeïa si es feien uns tramats o uns altres, o es jugava amb uns o altres paràmetres geomètrics. El treball en petits grups permetia obtenir diferents descobertes i propiciar una resposta diversificada a la pregunta que ens havíem formulat. En aquest sentit, el *VídeoMAT* permet fer veure a l'alumnat que no hi ha una sola resposta a una pregunta, és a dir, que no hi ha una versió única de la realitat (tal i com sol ser en un ensenyament dedicat a la transmissió d'informació) sinó que tot depèn del punt de vista, de la manera com s'ha plantejat l'experiment o de la teoria que el sustenta.

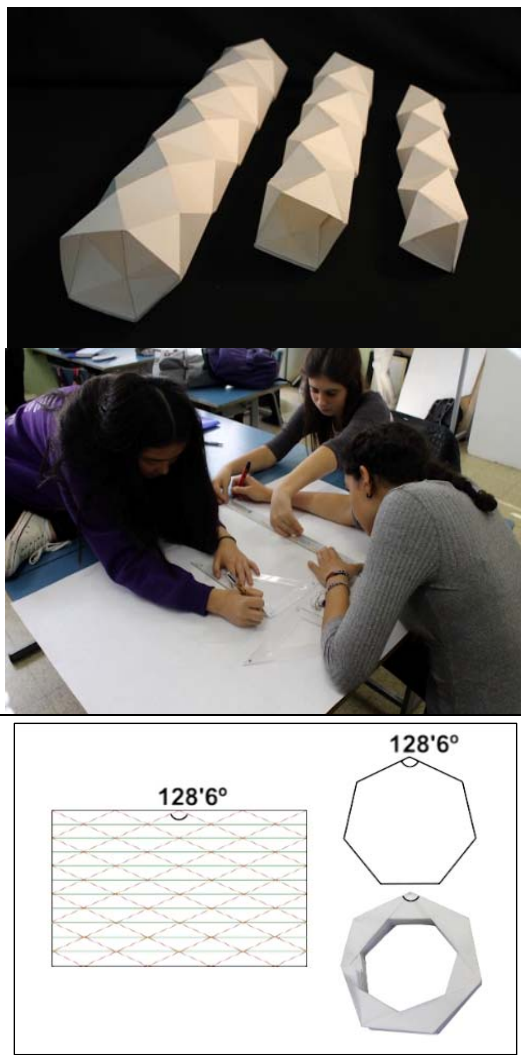


Figura 2. Fotogrames del VídeoMAT “Com podem construir volums a partir de tramats geomètrics?” realitzat pels alumnes de Dibuix Tècnic de l’Institut Castell d’Estela, curs 2015-16: <https://www.youtube.com/watch?v=MoskZSwsMxl>

Durant el procés de realització dels volums, els alumnes van anar fent fotografies. La fotografia servia tant d’eina de documentació com d’eina d’anàlisi dels volums i, també, com a instrument de creació, ja que s’intentaven produir imatges suggerents dels volums il·luminats. Per tant, es feia un recull de tots aquells elements visuals i sensibles del procés que permetrien produir el vídeo. Un cop realitzats els volums i recollida la documentació, calia centrar allò que es volia explicar al vídeo. Cada grup va haver de garbellar i recollir allò important de la seva experimentació, utilitzar les paraules correctes per la veu en off i buscar les imatges que l’acompanyarien. També va ser necessari posar-los d’acord amb el dibuix dels tramats i traçar-los a l’ordinador. Finalment, cada grup va editar la seva

part del vídeo. El fet de realitzar un vídeo, obliga a presentar correctament i a argumentar allò descobert, allò après. És l’última fase que reforça l’adquisició de coneixement i que situa a l’alumne en el rol del qui “ensenya”. També és un mirall clar del procés, d’allò que s’ha assolit o d’allò que es podria haver assolit, i de la valoració i autoconsciència dels coneixements d’un mateix.

Per últim, afegir que un dels èxits més importants del VídeoMAT, després d’haver-lo realitzat, és comprovar si els alumnes, a partir d’aquell moment, veuen possibles VídeoMATs per tot arreu. Aquest és un senyal clar de canvi de mirada, de canvi de perspectiva en la manera com ells mateixos es relacionen amb el coneixement. Us convidem a veure el nostre VídeoMAT i us animem a participar al VídeoMAT a tastar-lo i fer-lo vostre.

Trucs de cinema (Maite Gorriz)

Aquesta activitat s’ha realitzat amb alumnat de 1r o 2n d’ESO de quatre promocions diferents, cadascuna d’uns 96 estudiants i dels centres INS La Sínia (Parets del Vallès), INS Arquitecte Manuel Raspall i INS Pla Marcell (Cardedeu). Partint del currículum de diferents matèries -Matemàtiques (Teorema de Thales i proporcionalitat), Estadística (Mesures de centralització i diagrames d’aranya), Llengües (El diàleg teatral), Tecnologia (Edició de vídeo) i Música (Música i societat)- es defineix un objecte final comú, en aquest cas, la realització d’un curtmetratge. Els estudiants treballen amb una única guia de treball (<http://mat3.cat/materials/>), elaborada per cada professor que inclou els elements del currículum de la seva especialitat. Cada professor especialista treballa la part de la seva matèria. Així, a llengua es treballa la tipologia textual i s’elabora el diàleg per al curtmetratge. A matemàtiques s’estudia el Teorema de Thales per tal de crear l’efecte òptic desitjat per filmar els trucs de cinema. A tecnologia es treballa l’edició de vídeo per fer el muntatge. A música, de quina manera la música es capaç de transmetre emocions, que són definides a llengua, i amb l’estadística es mesuren fent diagrames d’aranya. En l’avinentsa que aquesta activitat no es fa després de treballar els continguts en la Unitat Didàctica corresponent a cada matèria sinó que aquesta activitat és la Unitat Didàctica en sí. En el cas de matemàtiques, per exemple, aquesta és l’activitat del Teorema de Thales.

L’alumnat treballa en grups cooperatius, grups heterogenis de 4-6 alumnes, amb una responsabilitat específica en la realització del curt. Cada alum-

ne, però, realitza un informe individual de tot el procés de la creació del curt seguint la guia de treball i essent partícip del seu aprenentatge (Freudenthal, 1973). D'aquesta manera, l'avaluació està integrada en el procés d'aprenentatge, de manera que en l'elaboració de l'informe l'alumne reflexiona sobre el seu procés creatiu per tal d'incidir en la millora contínua de l'activitat. En aquesta activitat, l'essència de l'avaluació consisteix en la reflexió mútua alumne-professor, en «com es pot millorar en qualsevol aspecte», des de la capacitat de verbalitzar els raonaments fins la consecució final de la pel·lícula. Si aconseguim que l'alumne faci una veritable reflexió de millora haurem aconseguit l'èxit en l'avaluació. Finalment, tots els grups fan la presentació del seu producte final, el curtmetratge, presentant també l'escena del truc de cinema i la resta de grups comproven, mitjançant el Teorema de Thales, l'eficiència dels efectes especials o trucs de cinema. Degut a que el context és proper a l'alumnat (ells són els creadors de l'objecte que estudien) s'incrementa la motivació en treballar amb les creacions pròpies i les dels companys. Finalment, el treball del professorat és converteix en «validar» les propostes creatives de l'alumnat afrontant situacions i solucions inesperades enlloc de «donar la solució única». En aquest nou rol del professorat les noves tecnologies tenen un paper fonamental.



Figura 3. a) Thales assedegat (Foto: Eulàlia Arriabalaga). b) Curtmetratge del curs 2014-15 a l'INS Arquitecte Manuel Raspall.

Voronoi va amb taxi (Jordi Font i Roger Grau)

Per què un alumne té preferència en determinat centre educatiu? Per què hem d'anar a un CAP i no pas a un altre? Intentem respondre aquestes preguntes a través de diferents construccions geomètriques aplicades a la ciutat de Vilanova i la Geltrú: els Diagrames de Voronoi i la Taxigeometria. Els diagrames de Voronoi són construccions que permeten repartir el pla de manera en punts d'interès de manera que tots els punts que pertanyen a una zona tenen com a més proper aquest centre. La taxigeometria ens parla de la matemàtica que hi ha en els moviments de la quadrícula, apareixent diferències notables amb la matemàtica euclídea. Amb aquest objectiu veurem si les matemàtiques ens resolen problemes de zonificació, o si les pròpies matemàtiques ens en generen de nous. L'objectiu del projecte és la d'aplicar Diagrames de Voronoi i Taxigeometria per tal de repartir espais de la ciutat de Vilanova i la Geltrú en funció d'uns punts d'interès: els instituts, les escoles, els centres cívics, CAP's o qualsevol tipus d'equipament que vulguem tractar. El projecte ha estat aplicat 3 grups de 4t d'ESO, de l'INS Baix a Mar (Vilanova i la Geltrú), amb aproximadament uns 70 alumnes. L'activitat té 4 fases: experimentació, descoberta, conceptualització i formalització; i segueix 3 etapes, els materials de les quals són disponibles per a consulta i descàrrega [4]:

Etap 1: Voronoi!!! En aquesta etapa els alumnes fan un treball individual de descoberta dels Diagrames de Voronoi en geometria euclidiana. Té una durada de 2 sessions.

Etap 2: Taxigeometria. En aquesta etapa els alumnes fan un treball individual de descoberta dels conceptes bàsics de la taxigeometria i comparació de les característiques d'aquests elements en geometria euclidiana. Té una durada de 3 sessions

Etap 3: Voronoi és vilanoví i va amb taxi. Els alumnes apliquen els diagrames de Voronoi (en geometria euclídea i del taxista) en equipaments de Vilanova i la Geltrú. Comparació dels resultats obtinguts i conclusions i propostes de millora. Té una durada de 5 sessions.

Al llarg del projecte, els alumnes descobreixen en quin centre, farmàcia,... haurien d'anar en funció de lloc on viuen, i la matemàtica ens aporta troballes sorprenents. Curiosament la Plaça de la Vila de Vilanova és equidistant a 3 instituts (un dels quals és l'INS Baix a Mar), quan a l'inici tots creien que

l'INS Baix a Mar estava força allunyat del centre històric de Vilanova.

Les tres etapes s'avaluen mitjançant una rúbrica on es valora la compleció de les activitats, la correcció dels diagrames i l'estètica dels mateixos. Finalment, es realitza una petita exposició al centre amb el treball fet.

CONCLUSIONS

La matemàtica és una columna vertebral del coneixement que permet, a partir de la creativitat, desenvolupar totes les disciplines científiques, tecnològiques i artístiques. Com a conseqüència, per aconseguir l'èxit en la millora de l'ensenyament-aprenentatge, des de les matemàtiques, cal proposar activitats interdisciplinàries (Williams *et al.*, 2016) partint del currículum de diferents matèries, amb un objecte final comú, en un context proper a la realitat de l'alumnat (Van den Heuvel-Panhuizen, Drijvers, 2014), amb una única guia de treball que permeti un treball cooperatiu de l'alumnat i amb l'avaluació integrada dins del procés d'ensenyament-aprenentatge. Sense trencar estructures horàries on l'activitat interdisciplinària sigui la normalitat i no l'excepcionalitat, però sense oblidar que cada professor és professional de la seva especialitat, els projectes o treballs interdisciplinaris han de ser la manera quotidiana de treballar.

Les propostes presentades són adaptables a diferents tipologies de projectes de treball segons el context i el grup d'alumnes amb els que es desenvolupin. Es pot partir de preguntes lliures o de preguntes vinculades als continguts curriculars i també permeten guiatges més o menys marcats. Afavoreixen un aprenentatge de les matemàtiques vinculat al fer, a l'activitat manual i a la intuïció, i a processos d'experimentació, comprovació, demostració o comparació. Aporten recorreguts que afavoreixen l'anàlisi, la interpretació i la crítica respecte als coneixements, així com la possibilitat d'establir connexions amb diferents sabers. Cada pregunta pot requerir eines diferents i una organització singular del procés. Aquest fet dificulta la seva implantació si no s'està habituat al treball per projectes. També representa un *handicap* el fet que el procés requereixi realitzar moltes tasques, entre elles la producció del vídeo, si no es realitzen de forma integrada i correcta, ja que el procés pot arribar a ser molt llarg.

També volem afegir que, sobretot amb les matemàtiques, és el matemàtic el que coneix el procés cognitiu de l'estudiant (Watson i Barton, 2011): com el cervell d'un adolescent fa el pas a l'abstracció. Moltes vegades els processos abstractes (com les equacions o les sumes de fraccions) s'ensenyen com a purs algorismes rígids i no hi ha una preocupació en com un adolescent percep aquests processos.

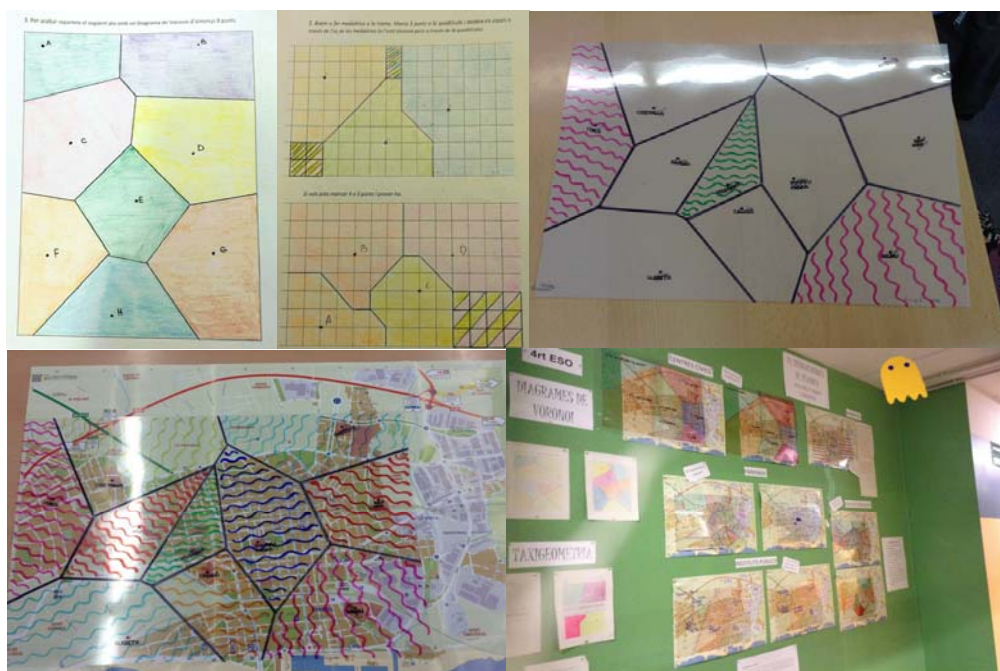


Figura 4. a) Diagrama de Voronoi, de Diana Vikhrov. b) Taxigeometria, de Jan Romagosa. c) Diagrama de Voronoi en construcció, de Santi Roldán i Aina Amate. d) Diagrama de Voronoi sobre mapa. e) Exposició de tots els mapes.

Com a guia per a altres docents interessats en el desenvolupament de projectes similars, proposem les següents orientacions per a la construcció de projectes:

- Partir dels continguts curriculars de diverses matèries facilitant un recobriment curricular complet i coherent d'un curs o etapa escolar.
- Permetre el desenvolupament de les competències bàsiques.
- Que hi hagi sempre un element final a produir. Aquest element ha de ser proper a l'alumnat (context).
- Que totes les matèries implicades treballin sobre el mateix objecte. Pot haver-hi una guia de treball pels estudiants comuna però amb apartats diferents que es treballaran amb els especialistes específics que guiaran l'aprenentatge específic amb criteris cognitius propis.
- Que no és necessari trencar les estructures horàries ordinàries.
- Que cada alumne desenvolupi la seva pròpia capacitat creativa redactant un informe que descriu tot el procés i ajudi a la reflexió.
- Que l'aprenentatge s'adeqüi a les capacitats de cada alumne.
- Potenciar el treball cooperatiu en equips heterogenis, tot i que el treball fonamental sigui individual.
- Que el professorat estigui preparat per ajudar a desenvolupar idees inesperades. S'ha d'adaptar i ha de trobar recursos flexibles per ajudar als alumnes a aconseguir les seves fites. Les tecnologies formen una part imprescindible de l'aprenentatge.
- L'avaluació ha de quedar integrada dins del procés d'ensenyament-aprenentatge, responnent a la pregunta "com puc millorar la meua creació?". No importa tant la producció final sinó la manera d'arribar-hi. L'essència de l'avaluació és la recerca constant d'elements de millora d'errors.

AGRAIMENTS

Aquest article recull el contingut de les ponències de les Jornades sobre Aprenentatge Basat en Projectes #STEMABP [<https://stemabp.wordpress.com/>], organitzades pel CESIRE del Departament d'Ensenyament i la Fundació Catalana per la Recerca i la Innovació. Els autors agraïm al professorat i alumnat dels centres la seva participació i a Jordi Domènech la tasca d'edició de l'article.

REFERÈNCIES

- AUBANEL, A (2015). *Camins per una quadrícula: la geometria del taxista*. 201. Orientacions pràctiques per a la millora de la geometria a l'ESO. Departament d'Ensenyament. [http://xtec.gencat.cat/web/.content/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/0063/8f1389b7-6c57-46ad-9261-687557c8ac3a/PC8_geometria_taxista.pdf]
- FREUDENTHAL, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Reidel Publishing, Dordrecht.
- GORRIZ, M., VILCHES, S. (2017). *Maths adds up*. A: (Doig, B. & Williams, J. Eds.): *Interdisciplinarity and Mathematics Education*. Springer (en edició).
- VAN DEN HEUVEL-PANHUIZEN, M., DRIJVERS, P. (2014). *Realistic Mathematics Education*. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 521-525). Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.
- WATSON, A., BARTON, B. (2011). *Teaching mathematics as the contextual application of mathematical modes of enquiry*. A: Rowland, T., Ruthven, K. (Eds.), *Mathematical knowledge in teaching* (pp. 65-82). Dordrecht: Springer.
- WILLIAMS, J., ROTH W.-M., SWANSON, D., DOIG, B., GROVES, S., OMOVVIE, M., BORROMEO FERRI, R., MOUSOULIDES, N. (2016). *Interdisciplinary Mathematics Education. A State of the Art*, (ICME).

NOTES

- [1] Web del VídeoMAT: <http://www.videomat.cat>
- [2] Vídeo "Poden les matemàtiques guardar els nostres secrets que circulen per Internet?": <https://www.youtube.com/watch?v=ruSJ6hku1Mw>
- [3] Vídeo "Com podem construir volums a partir de tramats geomètrics?": <https://www.youtube.com/watch?v=MoskZSwsMxl>
- [4] Materials de "Voronoi va amb taxi".
 Etapa 1: <http://bit.ly/2lg7p1Q>;
 Etapa 2: <http://bit.ly/2lg7p1Q>;
 Etapa 3: <http://bit.ly/2lCd7qT>